

# Revisando técnicas: Monitorización transcutánea continua de CO<sub>2</sub> en recién nacidos

*Continuous transcutaneous CO<sub>2</sub>  
monitoring in newborns*

*Monitoramento transcutâneo contínuo  
de CO<sub>2</sub> em recém-nascidos*

Esp. Virginia Carral<sup>o</sup>

## RESUMEN

El cuidado de los recién nacidos con patologías respiratorias complejas, y especialmente la población de prematuros extremos, es un desafío constante. La Organización Mundial de la Salud estima que en 2020 nacieron 13,4 millones de niños prematuros. La prematuridad es la principal causa de defunción en los niños menores de cinco años. La tecnología ha emergido como una herramienta fundamental para la supervivencia de esta población.

La monitorización transcutánea continua de la presión parcial de dióxido de carbono (tcpCO<sub>2</sub>) se ha convertido en estos últimos años en una herramienta invaluable en el cuidado neonatal, ya que permite la evaluación permanente y no invasiva. Favorece la optimización de la ventilación, especialmente en aquellos con enfermedades respiratorias graves o condiciones que los predisponen a la hipercapnia o la hipocapnia.

El personal de enfermería cumple un rol fundamental en la aplicación adecuada de la misma optimizando los cuidados para obtener valores confiables en la medición.

**Palabras clave:** monitoreo de gas sanguíneo transcutáneo, CO<sub>2</sub>, recién nacido, enfermería neonatal.

## ABSTRACT

The care of newborns with complex respiratory pathologies, and especially the extremely premature population, is a constant challenge. The World Health Organization estimates that 13.4 million premature children were born in 2020. Prematurity is the main cause of death in children under five years of age. Technology has emerged as a fundamental tool for the survival of this population.

Continuous transcutaneous monitoring of the partial pressure of carbon dioxide (tcpCO<sub>2</sub>) has become an invaluable tool in neonatal care in recent years, as it allows permanent and non-invasive evaluation. It promotes the optimization of ventilation, especially in those with severe respiratory diseases or conditions that predispose them to hypercapnia or hypocapnia.

Nursing staff play a fundamental role in its proper application, optimizing care to obtain reliable measurement values.

**Keywords:** blood gas monitoring transcutaneous, carbon dioxide, newborn, neonatal nursing.

<sup>o</sup> Licenciada en Enfermería. Especialista en Enfermería Neonatal. Enfermera del Servicio de Neonatología, Hospital Italiano de Buenos Aires, Argentina.

**Correspondencia:** virginia.carral@hospitalitaliano.org.ar

**Conflicto de intereses:** ninguno que declarar.

**Recibido:** 20 de septiembre de 2023.

**Aceptado:** 24 de octubre de 2023.

**RESUMO**

O cuidado aos recém-nascidos com patologias respiratórias complexas, e principalmente à população extremamente prematura, é um desafio constante. A Organização Mundial da Saúde estima que 13,4 milhões de crianças prematuras nasceram em 2020. A prematuridade é a principal causa de morte em crianças menores de cinco anos. A tecnologia surgiu como ferramenta fundamental para a sobrevivência desta população.

A monitorização transcutânea contínua da pressão parcial de dióxido de carbono ( $\text{tcpCO}_2$ ) tornou-se uma ferramenta inestimável na assistência neonatal nos últimos anos, pois permite avaliação permanente e não invasiva. Promove a otimização da ventilação, principalmente naqueles com doenças respiratórias graves ou condições que os predispõem à hipercapnia ou hipocapnia.

A equipe de enfermagem desempenha papel fundamental na sua aplicação adequada, otimizando o cuidado para obter valores de medição confiáveis.

**Palavras-chave:** monitorização transcutânea dos gases sanguíneos, dióxido de carbono, recém-nascido, enfermagem neonatal.

**doi:** <https://doi.org/10.61481/Rev.enferm.neonatal.n43.03>

**Cómo citar:** Carral V. Monitorización transcutánea continua de  $\text{CO}_2$  en recién nacidos. *Rev Enferm Neonatal*. Diciembre 2023;43:23-28.

**INTRODUCCIÓN**

La evaluación respiratoria neonatal representa uno de los pilares del cuidado intensivo neonatal. Se puede realizar a través del examen físico por la frecuencia respiratoria, el trabajo respiratorio, la auscultación pulmonar y la expansión torácica. También puede evaluarse la función respiratoria por medio de una radiografía de tórax y en la extracción de una muestra de sangre para medición del estado ácido base, que ofrece datos objetivos.

Las extracciones de sangre frecuentes pueden ser un factor negativo para un recién nacido (RN) inestable. Producen cambios hemodinámicos en la tensión arterial, que pueden alterar la circulación cerebral, ya que los neonatos tienen una autorregulación cerebral inmadura. Además, si no presentan catéter arterial para la toma de muestra requieren de punciones frecuentes, dolorosas. Se debe considerar también, que las

múltiples extracciones de sangre pueden llevar a un paciente neonatal a la anemia, que a su vez se asocia con enfermedades crónicas como retinopatía del prematuro y displasia broncopulmonar.

A lo largo de los años se han incorporado nuevas tecnologías como la saturación de oxígeno arterial ( $\text{StO}_2$ ) medida por pulsioximetría, que permite la disminución de las extracciones sanguíneas y la monitorización constante de la frecuencia cardíaca (FC). La  $\text{StO}_2$  se basa en las diferencias entre las tasas de absorción luminosa entre la hemoglobina oxigenada y la desoxigenada o reducida, en las regiones del rojo y el infrarrojo del espectro luminoso.

El dióxido de carbono puede ser monitorizado, no sólo por los gases arteriales, sino también por medio de monitorización teleespiratoria (capnografía espirada). Se basa en la suposición de que los gases medidos en la vía respiratoria que se abre al final de expiración, son alveolares, cuyas concentraciones se equiparan con los valores arteriales y también a través de la  $\text{tcpCO}_2$ .<sup>1</sup>

En esta oportunidad se desarrollará la técnica de monitorización  $\text{tcpCO}_2$ , también conocida como capnografía transcutánea, que se ha convertido en estos últimos años en una herramienta invaluable en el cuidado neonatal, ya que permite la evaluación continua y no invasiva. La medición precisa favorece la optimización de la ventilación en neonatos, especialmente en aquellos con enfermedades respiratorias o condiciones que los predisponen a la hipercapnia o la hipocapnia.

**¿CÓMO ACTÚA LA MONITORIZACIÓN  $\text{TCP CO}_2$ ?**

El sensor transcutáneo se fija a un anillo adherido a la piel del RN; este actúa produciendo una hiperperforación local de la piel inducida por el calor y crea una unidad de piel-electrodo bajo el sensor transcutáneo (Figura 1).<sup>2</sup>

Para lograrlo se necesita una temperatura local suficientemente alta, idealmente entre 42-44 °C, aunque hay evidencia de utilización de temperaturas de 41 °C, que no demostró diferencias significativas entre los valores arteriales y transcutáneos; no se reportaron lesiones cutáneas, por lo que actualmente se recomienda el uso de esta temperatura.<sup>3</sup>

El uso de temperaturas de 38 °C es recomendado en RN extremadamente prematuros. Los estudios que lo avalan concluyen que hay una buena concordancia entre lecturas arteriales y transcutáneas, sin reportes de eventos adversos en piel.<sup>4</sup>

La temperatura alta en la unidad piel-electrodo, induce un aumento de flujo sanguíneo arterial al lecho capilar (modificación del potencial eléctrico) que se traduce a un valor numérico de  $\text{tcpCO}_2$ . Durante la medición de  $\text{tcpCO}_2$ , las moléculas de  $\text{CO}_2$  que se difunden desde el lecho capilar, modifican el pH del electrodo, en la unidad piel-electrodo. Es allí donde se modifica el potencial eléctrico que se evidencia en el valor de  $\text{tcpCO}_2$ . Si la perfusión local no es la adecuada, los valores medidos pueden ser superiores a los de  $\text{CO}_2$  arterial.<sup>5</sup>

### FACTORES QUE AFECTAN EL FLUJO SANGUÍNEO Y ALTERAN LA MEDICIÓN TRANSCUTÁNEA DE $\text{TCO}_2$

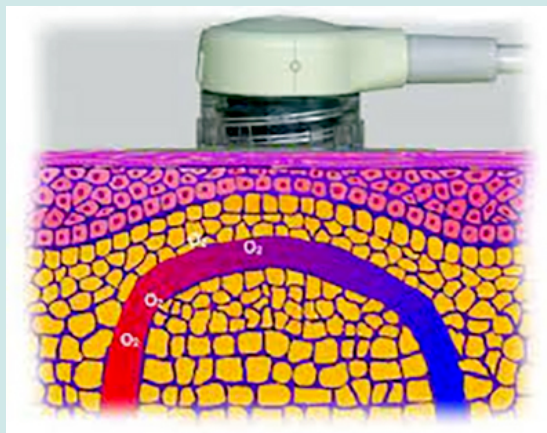
Hay muchos factores que pueden alterar el flujo sanguíneo y directamente alteran la medición de  $\text{tcpCO}_2$ . Entre ellos se encuentran la edad gestacional del RN, la posición del sensor en el cuerpo, la vasoconstricción sistémica, el edema generalizado y cualquier otro factor que pueda afectar la perfusión sistémica.

Las temperaturas demasiado bajas pueden afectar a la exactitud de la medición de  $\text{tcpCO}_2$ .

Si se produce el desprendimiento parcial del sensor de la piel, el sensor leerá valores influenciados por el aire entre la piel y el sensor.

Es adecuado seleccionar los monitores transcutáneos como dispositivos para seguir tendencias en la  $\text{pCO}_2$  en lugar de valores absolutos. La correlación de las mediciones transcutáneas con las mediciones de gases en sangre puede ser útil, si se utilizan gases en sangre capilar para correlacionar con el monitor transcutáneo.<sup>4</sup>

Figura 1. Transductor de  $\text{tcpCO}_2$  sobre la piel



Fuente: Internet.

### OBJETIVO

Brindar una adecuada monitorización  $\text{tcpCO}_2$  continua y no invasiva en neonatos, en tiempo real.

Correlacionar los valores de  $\text{tcpCO}_2$  con el estado ácido base a fin de evaluar la correlación y la tendencia de  $\text{tcpCO}_2$  en el tiempo.

### INDICACIONES

RN de término y pretérmino lábiles o que requieren ajustes significativos y frecuentes del ventilador.

RN en estado crítico e inestables en la evaluación clínica respiratoria.<sup>4</sup>

### CONTRAINDICACIONES

Pacientes con pérdida de la integridad de la piel, ya sea por patologías como la epidermólisis bullosa, lesiones cutáneas generalizadas o cualquier lesión cutánea en las zonas de medición. Esto no permite colocar el sensor adecuadamente y la lectura puede ser errónea.

### MONITORES DISPONIBLES

Existen varios tipos de monitores en Argentina. Los mismos combinan valores numéricos y gráficos para evaluar tendencias. Con ellos se puede medir el porcentaje de saturación de oxígeno,  $\text{tcpO}_2$  y  $\text{tcpCO}_2$  y FC. No hay ventajas significativas entre ellos (Figuras 2 y 3).

Algunos monitores presentan diferentes sensores transcutáneos dependiendo de los parámetros convenientes a monitorizar.

El monitor de  $\text{tcpCO}_2$  tiene un sensor, que consta de una cabeza y en una de sus caras contiene una membrana, que debe estar apoyada hacia la piel. La membrana debe cambiarse cuando está dañada, cuando al realizar el cambio queda aire atrapado bajo la mem-

Figura 2. Monitor de  $\text{tcpCO}_2$  Digital Sentec



Fuente: Internet.

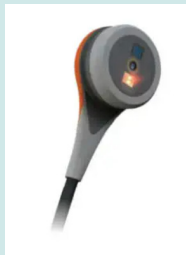
Figura 3. Monitor transcutáneo TCM5 FLEX



Fuente: Internet.

Figura 4. Sensores de tcpCO<sub>2</sub>

## a) Sensor del Digital Sentec

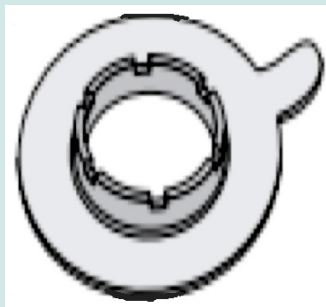


## b) Sensores del TCM53 Flex



Fuente: Internet.

Figura 5. Anillo retenedor



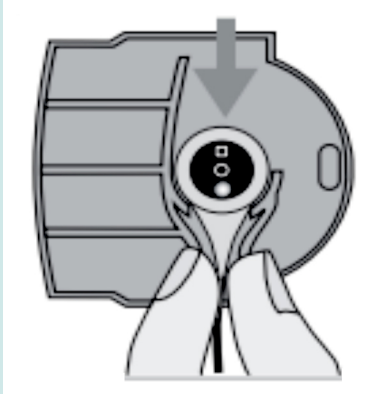
Fuente: Internet.

brana o en el tiempo estipulado recomendado por el fabricante (Figura 4). Para fijar el sensor se utiliza un anillo adhesivo retenedor multizona (Figura 5).

## DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA Y CUIDADOS PRINCIPALES

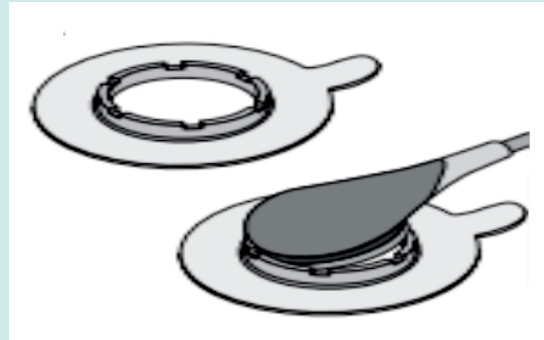
1. Comprobar el estado de la membrana y la integridad del sensor antes y después de cada uso y luego de cambiar la membrana.
2. Controlar que el sensor se encuentre limpio; de lo contrario limpiarlo con isopropanol al 70 % u otra solución sugerida por el fabricante.
3. Calibrar el sensor antes de su uso: consiste en la colocación de la cabeza del sensor en la estación de calibración (Figura 6).
4. Elegir una zona bien perfundida y plana de piel intacta. Son preferibles las zonas de localización central para fijar el sensor (Figura 7).
5. Fijar el anillo a la zona seleccionada. Verifique que la piel situada bajo el adhesivo no se encuentre con pliegues. Presionar suavemente el anillo multizona y desplazar el dedo por el perímetro del anillo para garantizar una buena adherencia del adhesivo del anillo a la piel.
6. Abrir la puerta de la estación de calibración y sacar el sensor, tomando el sensor por el cuello para evitar traccionar del cable del sensor y romperlo.
7. Cerrar la puerta de la estación de calibración.
8. Aplicar una pequeña gota de agua destilada o líquido de contacto sobre la piel, en el centro del anillo de fijación.
9. Sujetar al sensor por el cuello e introducir primero la cabeza del sensor en el anillo retenedor, luego aplicar una ligera presión hacia abajo sobre el cuello (Figura 8). Cuando el sensor se encuentra en su lugar, girar el sensor en el anillo y presionarlo suavemente contra la piel para extender el líquido de contacto, y comprobar que el sensor gira con facilidad para asegurarse de que está correctamente colocado.
10. Asegurarse de eliminar los huecos de aire entre la piel y el sensor, ya que para la lectura resulta esencial un buen contacto, herméticamente sellado, entre el sensor y la piel.
11. Al retirar el sensor mantener el anillo con el dedo en ambos lados del sensor, sin dejar de apretar el reborde, luego rotar el sensor y desprender con cuidado (Figura 9). En caso de querer retirar el anillo desprender de la piel desde la pestaña suavemente.

Figura 6. Estación de calibración del sensor



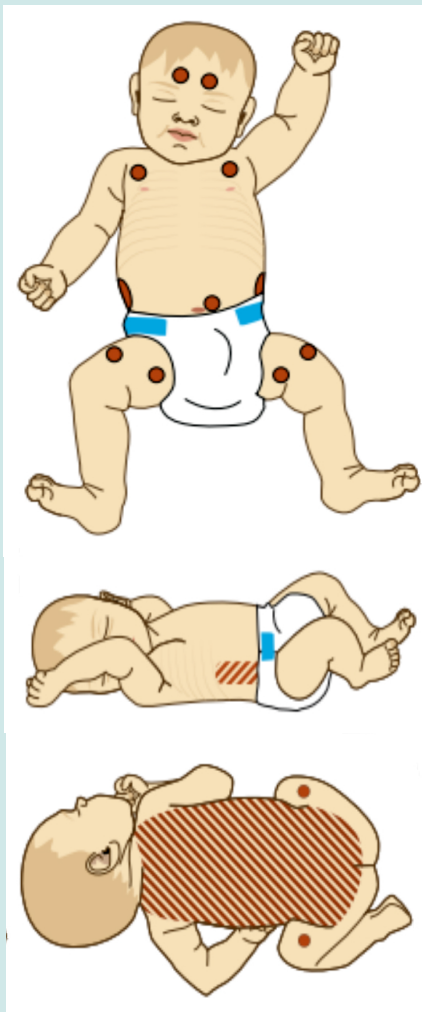
Fuente: Internet.

Figura 8. Colocación de la cabeza del sensor en el anillo retenedor



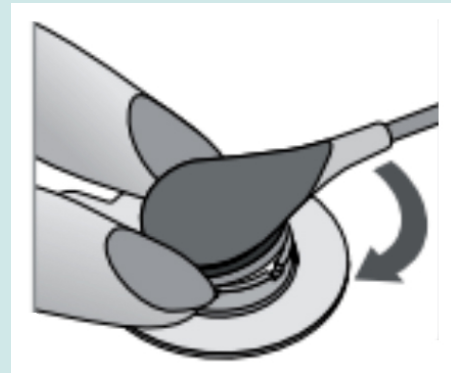
Fuente: Internet.

Figura 7. Zonas de colocación del sensor de tcpCO<sub>2</sub>



Fuente: Internet.

Figura 9. Técnica de retiro del sensor de tcpCO<sub>2</sub>



Fuente: Internet.

### CUIDADOS DE ENFERMERÍA A RECIÉN NACIDOS CON TPCO<sub>2</sub>

- Realizar la evaluación clínica de la piel antes de la colocación del sensor; observar el color y la perfusión; una mala perfusión altera la medición tcpCO<sub>2</sub> y no sería adecuada la colocación del sensor en esa zona.
- Incorporar la alarma del tiempo de permanencia del sensor en el monitor, para asegurar el tiempo de rotación a fin de evitar quemaduras. El sensor deberá ser cambiado cada 4 horas en RN de término, en neonatos pretérmino entre 2-3 horas y en pretérmino menores de 28 semanas de edad gestacional se recomienda el uso de una temperatura de 38 °C y cambiar cada 2 horas.<sup>6</sup>
- Elegir la temperatura adecuada de calentamiento del sensor teniendo en cuenta la edad gestacional.

En los recién nacidos prematuros con piel fina y buena perfusión, la monitorización de tcpCO<sub>2</sub> puede ser una herramienta confiable para seguir las tendencias en los valores de gases en sangre ya que al calentar la piel debajo de los sensores, provocan un aumento en el flujo sanguíneo local. Con este aumento en el flujo sanguíneo, la sangre se “arterializa” parcialmente y el lecho de tejido tiene menos oportunidades de intercambiar O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> con la sangre en el capilar. Si bien esto aumenta la precisión de la estimación transcutánea de pO<sub>2</sub> y pCO<sub>2</sub>, el calentamiento puede provocar quemaduras locales, por las características de la piel del recién nacido prematuro; por este motivo, los sensores transcutáneos se deben rotar con más frecuencia.

- Corroborar la adhesión del anillo transcutáneo para evitar el ingreso de aire, a fin de asegurar una adecuada medición.
- Durante la introducción de la cabeza del sensor, en el anillo es importante no tocar la membrana del sensor para protegerla y asegurar un valor preciso en la medición.
- Verificar el estado de la membrana. Esta debe permanecer intacta.

- Es muy importante calibrar el sensor antes de su uso para garantizar el adecuado funcionamiento, y de esta manera ofrecer una lectura confiable.
- Una vez colocado el sensor en la piel esperar de 2 a 10 minutos, según la recomendación del fabricante para obtener una adecuada lectura del valor tcpCO<sub>2</sub>.

### COMPLICACIONES DEL USO DEL MONITOR DE tcpCO<sub>2</sub>

- Eritema en la región donde se coloca el sensor por contacto prolongado del sensor transcutáneo y la piel.
- Quemaduras producidas por contacto prolongado del sensor transcutáneo y la piel.

### CONCLUSIÓN

La monitorización tcpCO<sub>2</sub> es un método no invasivo y confiable. Requiere de la formación de profesionales enfermeros capacitados en la atención del paciente crítico, con habilidades desarrolladas para obtener lecturas confiables y correlacionar los valores con la clínica del paciente para direccionar los cuidados oportunamente.

### REFERENCIAS

1. Bancalari E, Claire N, Jain D. Neonatal respiratory therapy. In: Gleason CA, Juul SE, eds. *Avery's Diseases of the Newborn*. 10th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2019. 632-652.
2. Restrepo RD, Hirst KR, Wittnebel L, Wettstein R. AARC clinical practice guideline: transcutaneous monitoring of carbon dioxide and oxygen: 2012. *Respir Care*. 2012 Nov;57(11):1955-62.
3. Williams E, Dassios T, Greenough A. Carbon dioxide monitoring in the newborn infant. *Pediatr Pulmonol*. 2021 Oct;56(10):3148-3156.
4. Jakubowicz JF, Bai S, Matlock DN, Jones ML, et al. Effect of Transcutaneous Electrode Temperature on Accuracy and Precision of Carbon Dioxide and Oxygen Measurements in the Preterm Infants. *Respir Care*. 2018 Jul;63(7):900-906.
5. Montes Bueno MT, Quiroga A, Sola A. Clínicas de Enfermería Neonatal. Volumen 1. Cuidados Respiratorios. EDISIBEN. 2016, 9789930-951-1-6.